

PCT-04Z-160

1/4

10/542542

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

0	受理官庁記入欄 国際出願番号	
0-1		
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	様式-PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書 は、 0-4-1 右記によって作成された。	
0-4-1		JPO-PAS 0320
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約 に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	PCT-04Z-160
I	発明の名称	発光ダイオード
II	出願人 II-1 この欄に記載した者は II-2 右の指定国についての出願人である。	出願人である (applicant only) 米国を除く全ての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	三洋電機株式会社
II-4en	Name:	SANYO Electric CO., LTD.
II-5ja	あて名	5708677 日本国
II-5en	Address:	大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 5-5, Keihanhondori 2-chome, Moriguchi-Shi Osaka 5708677 Japan
II-6	国籍(国名)	日本国 JP
II-7	住所(国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	06-6994-3644
II-9	ファクシミリ番号	06-6994-3406

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

III-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人である (applicant only) 米国を除く全ての指定国 (all designated States except US)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	
III-1-4ja	名称	鳥取三洋電機株式会社
III-1-4en	Name:	Tottori Sanyo Electric CO., LTD
III-1-5ja	あて名	6808634 日本国
III-1-5en	Address:	鳥取県鳥取市南吉方3丁目201番地 201, Minamiyoshikata 3-Chome, Tottori-Shi Tottori 6808634 Japan
III-1-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-1-7	住所(国名)	日本国 JP
III-2	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-2-1	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-2-2		松下 保彦
III-2-4ja	氏名(姓名)	MATSUSHITA Yasuhiko
III-2-4en	Name (LAST, First):	
III-2-5ja	あて名	6808634 日本国
III-2-5en	Address:	鳥取県鳥取市南吉方3丁目201番地 鳥取三洋電機 株式会社内 C/O Tottori Sanyo Electric CO., LTD. 201, Minamiyoshikata 3-Chome, Tottori-Shi Tottori 6808634 Japan
III-2-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-2-7	住所(国名)	日本国 JP
IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく 出願人のため行動する。 氏名(姓名)	代理人 (agent) 井上 温
IV-1-1ja		INOUE Atsushi
IV-1-1en	Name (LAST, First):	
IV-1-2ja	あて名	5400032 日本国
IV-1-2en	Address:	大阪府大阪市中央区天満橋京町2-6 天満橋八千代ビル別館5階 5F, Tenmabashi-Yachiyo Bldg. Bekkan, 2-6, Tenmabashi-Kyomachi, Chuo-Ku, Osaka-Shi Osaka 5400032 Japan
IV-1-3	電話番号	06-6942-7055
IV-1-4	ファクシミリ番号	06-6942-7092
IV-1-6	代理人登録番号	100128842

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

IV-2	その他の代理人	筆頭代理人と同じあて名を有する代理人 (additional agent(s) with the same address as first named agent) 佐野 静夫(100085501) SANO Shizuo(100085501)	
IV-2-1ja	氏名		
IV-2-1en	Name(s)		
V	国の指定		
V-1	この願書を用いてされた国際出願は、規則4.9(a)に基づき、国際出願の時点で拘束される全てのPCT締約国を指定し、取得しうるあらゆる種類の保護を求め、及び該当する場合には広域と国内特許の両方を求める国際出願となる。		
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張		
VI-1-1	出願日	2003年 07月 18日 (18.07.2003)	
VI-1-2	出願番号	2003-276610	
VI-1-3	国名	日本国 JP	
VI-2	優先権証明書送付の請求	VI-1	
	上記の先の出願のうち、右記の番号のものについては、出願書類の認証原本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁に対して請求している。		
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	-	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日ににおける出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-4	発明者である旨の申立て(米国を指定国とする場合)	-	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て	-	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書(申立てを含む)	4	✓
IX-2	明細書	10	✓
IX-3	請求の範囲	2	✓
IX-4	要約	1	✓
IX-5	図面	5	✓
IX-7	合計	22	
IX-8	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-17	手数料計算用紙	-	✓
IX-17	PCT-SAFE電子出願	-	-
IX-19	要約書とともに提示する図の番号	1	
IX-20	国際出願の使用言語名	日本語	
X-1	出願人、代理人又は代表者の記名押印	/100128842/	
X-1-1	氏名(姓名)	井上 温	
X-1-2	署名者の氏名		
X-1-3	権限		

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

X-2	出願人、代理人又は代表者の記名押印	/100085501/
X-2-1	氏名(姓名)	佐野 静夫
X-2-2	署名者の氏名	
X-2-3	権限	

受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	
10-2	図面	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であつてその後期間内に提出されたものの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

PCT手数料計算用紙(願書付属書)

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

[この用紙は、国際出願の一部を構成せず、国際出願の用紙の枚数に算入しない]

0	受理官庁記入欄			
0-1	国際出願番号			
0-2	受理官庁の日付印			
0-4	様式-PCT/RO/101(付属書) このPCT手数料計算用紙は、 右記によって作成された。	JPO-PAS 0320		
0-9	出願人又は代理人の書類記号	PCT-04Z-160		
2	出願人	三洋電機株式会社		
12	所定の手数料の計算	金額/係数	小計 (JPY)	
12-1	送付手数料 T	⇒	13000	
12-2	調査手数料 S	⇒	97000	
12-3	国際出願手数料 (最初の30枚まで) i1	116000		
12-4	30枚を越える用紙の枚数 0			
12-5	用紙1枚の手数料 (X) 0			
12-6	合計の手数料 i2 0			
12-7	i1 + i2 = i 116000			
12-12	fully electronic filing fee reduction R -24900			
12-13	国際出願手数料の合計 (i-R) I ⇒ 91100			
12-17	納付するべき手数料の合計 (T+S+I+P) P ⇒ 201100			
12-19	支払方法	送付手数料: 予納口座引き落としの承認 調査手数料: 予納口座引き落としの承認 国際出願手数料 : 銀行口座への振込み		
12-20	予納口座 受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)		
12-20-1	上記手数料合計額の請求に対する承認	✓		
12-21	予納口座番号	024969		
12-22	日付	2004年 06月 30日 (30. 06. 2004)		
12-23	記名押印			

明細書

発光ダイオード

技術分野

- [0001] 本発明は、透光性基板に積層された半導体層から成る発光素子を有する発光ダイオードに関する。

背景技術

- [0002] 青色発光ダイオード、青色レーザダイオード等の各種発光装置が抱える課題の一つは、如何にして発光素子から光の取り出し効率を向上させるかにある。特に、白色発光ダイオードの発光効率は、年々、改善されほぼ2年で2倍のスピードで向上している。それでも一般家庭で使用されている蛍光灯の発光効率60lm／Wに到達するまでには、数年の歳月が掛かると言われている。

- [0003] 一方、現在開発されている白色発光ダイオードでは、約80%の光が無駄になっており、発光素子の外へ放出されない光は素子内で多重反射が繰り返され、熱エネルギーに変換されて放熱されている。

- [0004] このような事情から、発光効率を上げる研究・開発が活発に進められている。発光効率を上げる第1の方法として発光素子の材料に着目したものがある。これは、青色発光素子と青色光を黄色光に変える蛍光材料で構成した白色発光ダイオードにおいて、発光素子の結晶中の欠陥を減少させることにより結晶品質を高める。これにより、発光素子内の発光層での電気エネルギーが熱エネルギーに変換され難くなる。その結果、光エネルギーを増加させることができる。

- [0005] 第2の方法として、発光素子の形状を変更したものがある。発光層で発生した光は発光素子内で多重反射を繰り返して外部へ放出される。この多重反射を減少させて発光効率を向上する。具体的には、サファイア基板を加工してサファイア基板界面での反射を低減する方法がある。また、サファイア基板を剥離して反射層を形成し、この反射層で裏面に向う光の方向を変更する方法がある。しかし、このサファイア基板を加工する方法は、未だ研究段階にあって、実用化されるまでには数年掛かると予想されている。

- [0006] 一方、このような面倒なサファイア基板を加工するのではなく、単純な形状変更でも発光効率を改善する方法が特許文献1に開示されている。この発光ダイオードは、発光素子の側面を透光性基板の発光観測面側から発光層(窒化ガリウム系化合物)に向かって鋭角に切断する。窒化ガリウム系化合物より発する青色発光、特に発光素子側面近傍の青色発光を透光性基板で反射させて発光観測面に有効に取り出すようしている。この発光ダイオードは、この種の発光ダイオードがこれまで必要としていたカップ状のリードフレームを不要とする。これにより、生産性を上げることができるとともに、リードフレームや支持体にセラミック基板を使用することができる。
- [0007] また、特許文献1にはこの発光ダイオードがカップ状のリードフレームを有する発光ダイオードに適用することが生産技術上不可能であることが記載されている。即ち、リードフレームをカップ形状にすると、透光性基板を上にして電極を下にするような構造の化合物半導体発光素子(例えば、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子)であると、アッセンブリができない。
- [0008] 一方、図6は、カップ状リードフレームを使用した従来の発光ダイオードの断面図を示している。発光ダイオード10はカップ状のリードフレーム30上に発光素子(以下、「LEDチップ」という)11を設けた構成になっている。LEDチップ11は絶縁性のサファイアから成る透光性基板12を有し、第1の面12aにバッファ層13を介して第1伝導型半導体層14と第2伝導型半導体層15が積層される。第1伝導型半導体層14と第2伝導型半導体層15との間には発光層16が形成されている。第1の面12aに向かう第2の面12bは発光観測面となっている。
- [0009] また、LEDチップ11は導電性接着剤20によってリードフレーム30上に電極17が電気的に接続されている。図示していないがn、p電極は互いに適切に絶縁して接続されている。LEDチップ11は側面へ導電性接着剤20が少し這い上がった状態でリードフレーム30に結合されている。導電性接着剤20には通常粘着性を有する導電性材料が使用される。

特許文献1:特許第2964822号(図1、第2頁—第3頁)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0010] 図7はLEDチップ11内の光束の経路を模式的に表わした断面図である。発光ダイオード10は、発光層16からLEDチップ11の上方(矢印18c、18d)および側面(矢印18a、18b)にそれぞれ光が放出される。これらの発光束18a～18dのうち、側面に放出される発光束18a、18bは導電性接着剤20a、20bによって遮蔽される。このため、発光束18a、18bが有効に利用されず、その分チップ全体の発光強度が低下する問題があった。
- [0011] 本発明は、この従来技術の課題を解決するためになされたもので、発光素子の側面から放出される光を有効利用して発光効率を向上できる発光ダイオードを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0012] 上記目的を達成するために本発明は、透光性基板の第1の面に発光層を含む半導体層を積層し、第1の面に対向する第2の面を発光観測面とする発光素子を、接着材料によりリードフレームに固定した発光ダイオードにおいて、
前記発光層の側面が第1の面に対して傾斜した傾斜面から成り、前記傾斜面の法線と前記発光層が成長する結晶面との成す角度を、前記発光層が発する光が前記透光性基板の方向に全反射する角度にしたことを特徴とする。
- [0013] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記半導体層は第1、第2の伝導型を有する化合物半導体を前記透光性基板側から順に積層した第1、第2伝導型半導体層から成り、前記透光性基板を貫通して第1伝導型半導体層に達して第2伝導型半導体層に達しない深さの縦穴と、前記縦穴に沿って形成して第1伝導型半導体層に導通する導電性材料とを設けたことを特徴とする。
- [0014] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記半導体層は第1、第2の伝導型を有する化合物半導体を前記透光性基板側から順に積層した第1、第2伝導型半導体層から成り、第2伝導型半導体層に形成した開口部に充填される絶縁層と、前記透光性基板及び第1伝導型半導体層を貫通して前記開口部上に設けられる縦穴と、前記縦穴の内壁面に沿って形成して第1伝導型半導体層に導通する導電性材料とを設けたことを特徴とする。
- [0015] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記透光性基板の第2の

面に設けたパッド電極により前記縦穴を塞いだことを特徴とする。

[0016] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記縦穴を深さ方向に向かって

先細りにしたことを特徴とする。

[0017] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記導電性材料が透光性を有することを特徴とする。

[0018] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記角度を40°～50°にしたことを特徴とする。

[0019] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記傾斜面に絶縁膜を被覆したことを特徴とする。

発明の効果

[0020] 本発明によると、発光層が露出した傾斜面から成る半導体層の側面の法線と発光層が成長する結晶面との成す角度を、発光層が発する光が透光性基板の方向に全反射する角度にしたので、発光層から発光素子の側面へ向う光は進行方向が変更されて発光観測面から放出される。従って、発光層から発する光が接着材料によって遮断されずに全て発光観測面から放出されるので、発光素子の発光出力が向上する。

[0021] また本発明によると、第1伝導型半導体層に達して第2伝導型半導体層に達しない深さの縦穴と、縦穴に沿って形成して第1伝導型半導体層に導通する導電性材料を設けたので、導電性材料に導通して半導体層に電圧を印加する電極を透光性基板の発光観測面に設けることができる。これにより、透光性基板の第1の面側と、第2の面側に分けて電極を配置することができ、電極による遮光を抑制して光取り出し効率を高めることができる。また、電極とリード線を接続するワイヤボンディングが1箇所で済み、組立作業性を非常に高めることができる。

[0022] また本発明によると、薄い第1伝導型半導体層を貫通して縦穴を設けるので、発光ダイオードの製造が容易になる。

[0023] また本発明によると、縦穴の断面積よりも面積の広いパッド電極を設けたのでリード線のワイヤボンディングを容易に行うことができる。

- [0024] また本発明によると、縦穴を深さ方向に向かって先細りにしたので、所定の厚さの導電性材料を蒸着やスパッタ等により縦穴の内面に容易に形成することができる。
- [0025] また本発明によると、導電性材料が透光性を有するので、縦穴内の光の吸収が減少し、発光層から発した光を損失無く有効に外部へ取り出すことができる。
- [0026] また本発明によると、半導体層側面の傾斜の角度を40°～50°にしたので、該側面で全反射する発光ダイオードを容易に実現することができる。
- [0027] また本発明によると、半導体層側面の傾斜面に絶縁層が被覆されるので、発光素子をリードフレーム上に導電性接着剤により固定する際に導電性接着剤による半導体層の短絡を防止することができる。

図面の簡単な説明

- [0028] [図1]本発明の第1実施形態の発光ダイオードを示す断面図
 [図2]本発明の第1実施形態の発光ダイオードの素子内の光束の経路を模擬的に示す断面図
 [図3]本発明の第2実施形態の発光ダイオードを示す断面図
 [図4]本発明の第3実施形態の発光ダイオードを示す断面図
 [図5]本発明の第4実施形態の発光ダイオードを示す断面図
 [図6]従来の発光ダイオードを示す断面図
 [図7]従来の発光ダイオードの素子内の光束の経路を模擬的に示す断面図

符号の説明

- [0029]
- | | |
|------------|--------------|
| 9 | 半導体層 |
| 10、10A～10D | 発光ダイオード |
| 11、11a～11d | 発光素子(LEDチップ) |
| 12 | 透光性基板 |
| 13 | バッファ層 |
| 14 | 第1伝導型半導体層 |
| 15 | 第2伝導型半導体層 |
| 16 | 発光層 |
| 17 | 電極 |

18a～18d 発光束

19 傾斜面

19a 絶縁膜

20 導電性接着剤

21 導電性材料

22 パッド電極

24 縦穴

26 絶縁体

27 開口部

30 リードフレーム

31 リード電極

発明を実施するための最良の形態

- [0030] 以下に本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。説明の便宜上、前述の図6、図7に示す従来例と同様の部分には同一の符号を付している。尚、本発明は図面に示したものに限定されるものではない。図1は、本発明の発光ダイオードの第1実施形態を示す断面図である。
- [0031] 発光ダイオード10Aはカップ状のリードフレーム30上にLEDチップ11aを設けた構成になっている。LEDチップ11aは絶縁性のサファイアから成る透光性基板12を有し、サファイア基板12の第1の面12aにはバッファ層13を介して半導体層9が形成される。半導体層9はp型半導体またはn型半導体の一方から成る第1伝導型半導体層14と、他方から成る第2伝導型半導体層15が積層されている。第1伝導型半導体層14と第2伝導型半導体層15との間には発光層16が形成され、第2伝導型半導体層15上には電極17が形成されている。第1の面12aに対向する第2の面12bは発光観測面となっている。
- [0032] また、LEDチップ11aは導電性接着剤20によってリードフレーム30に固定され、電極17がリードフレーム30と電気的に接続されている。図示していないが第1、第2伝導型半導体層14、15に導通するn、p電極は互いに適切に絶縁して接続されている。LEDチップ11aは側面へ導電性接着剤20が少し這い上がった状態でリードフレーム30に固定されている。

ム30に結合されている。導電性接着剤20には通常粘着性を有する導電性材料が使用される。

- [0033] 半導体層9の側面は透光性基板12の第1の面12aに対して傾斜した傾斜面19にな

っている。傾斜面19は発光層16が露出した両端面において半導体層9の上部がLEDチップ11aの外部方向になるように傾斜される。これにより、半導体層9は透光性基板12から離れるほど狭くなっている。

- [0034] 傾斜面19はこの種の公知となっている半導体層9の形成工程において、ドライエッチング条件を選択して形成される。具体的にはドライエッチング時のマスク端面に予め適当な傾斜を設ける。マスク端面の傾斜がエッチングされた結晶の端面に引き継がれる手法を用いて傾斜面19を形成することができる。

- [0035] 或いは、ダイシングブレードの刃先をテーパ状に成形して溝加工することにより傾斜面19を形成してもよい。この時、発光層16がダイシング加工によるダメージを与えられるが、ドライエッチング等によりダメージにより生じた結晶欠陥を除去することができる。

- [0036] 図2はLEDチップ11a内の光束の経路を模擬的に示した断面図を示している。傾斜面19の法線aと発光層16が成長する結晶面とが成す角度 θ は、発光層16から傾斜面19に入射する光18a、18bの臨界角よりも大きく形成される。これにより、発光層16から発する光18a、18bが全て透光性基板12側に反射され、LEDチップ11aの内部に全反射される。この角度 θ は、 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の範囲に選定すると確実に全反射させることができるとともに傾斜面19を容易に形成することができる。

- [0037] 発光層16が露出した半導体層9の側面を傾斜面19を形成することにより、発光層16からLEDチップの側面へ向う光18e、18fは進行方向が変更されて発光観測面から放出される。このため、従来のように光束が接着材料によって遮断されるようなことがない。従って、発光層16で発された光が全て傾斜面19で反射してLEDチップ11aの発光出力が向上する。

- [0038] 上記構成は、特に窒化ガリウム系化合物から成る発光層16を有する青色発光ダイオードに適用するとより望ましい。即ち、発光効率が低い青色発光を傾斜面19で全

反射して発光観測面から取り出すことにより、発光出力を著しく向上させることができる。

- [0039] 次に、図3は第2実施形態の発光ダイオードを示す断面図である。説明の便宜上、前述の図1、図2に示す第1実施形態と同一の部分には同一の符号を付している。本実施形態の発光ダイオード10Bは、傾斜面19に絶縁膜19aが被覆されている。その他の部分は第1実施形態の発光ダイオード10Aと同様である。
- [0040] 発光ダイオード10Bは傾斜面19を有するLEDチップ11bが導電性接着剤20によってカップ状のリードフレーム30上に固定される。この時、導電性接着剤20がLEDチップ11bの側面へ少し這い上がっても、絶縁膜19aによって導電性接着剤20と第1伝導型半導体層14との接触による短絡を防止できる。
- [0041] 次に、図4は第3実施形態の発光ダイオードを示す断面図である。説明の便宜上、前述の図1、図2に示す第1実施形態と同一の部分には同一の符号を付している。本実施形態の発光ダイオード10Cは、LEDチップ11cが図中、上下方向に延びる縦穴24を備えている。その他の部分は第1実施形態の発光ダイオード10Aと同様である。
- [0042] 縦穴24は透光性基板12の周部の例えば四隅の内の一にレーザ照射等によって形成される。縦穴24は透光性基板12を貫通して第1伝導型半導体層14に到達し、第2伝導型半導体層15には達しない深さになっている。また、縦穴24は直径が数 $10 \mu m$ になっており円柱状または円錐状に形成される。
- [0043] 縦穴24はLEDチップ11cの上下方向の電気的な通路(電気的パス)として利用される。電気的パスを形成するために、縦穴24の内面にそって金属薄膜等の導電性材料21が蒸着やスパッタ等により形成される。縦穴24の断面形状を深さ方向に先細りにすると、縦穴24の内面に所定の厚さの導電性材料21を容易に形成することができる。
- [0044] また、縦穴24は透光性基板12の第2の面12b上の開口よりも面積の大きなパッド電極22により塞がれる。これにより、パッド電極22と第1伝導型半導体層14とが導電性材料21を介して電気的に接続される。パッド電極22にはワイヤーボンディングされるワイヤー23を介してリード電極31が接続されている。尚、導電性材料21の全部ま

たは一部を透光性材料により形成すると、導電性材料21による遮光を低減して発光出力の低下を防止することができる。

- [0045] 上記構成の発光ダイオード11Cにおいて、リードフレーム30から成る電極と、リード電極31との間に所定の電圧を供給すると、リードフレーム30、導電性接着剤20、電極17、第2伝導型半導体層15、発光層16、第1伝導半導体層14、導電性材料21、パッド電極22、ワイヤ23、リード電極31の経路が形成され、発光層16が発光する。
- [0046] 本実施形態によると、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。また、電流の経路に電界が集中する箇所が少ない構造となるため発光ダイオード11Cの静電耐圧を向上させることができる。また、従来の発光ダイオードは通常、電圧を印加する各電極が透光性基板12の一方の発光観測面側に配置される。これに対して、発光ダイオード11Cは透光性基板12の第1の面12a側と第2の面12b側とに電極をそれぞれ配置することができる。その結果、電極による遮光を抑制して光取り出し効率も向上させることができる。更に、ワイヤボンディングを1箇所行うだけで済み、発光ダイオード11Cの組立作業性を高めることができる。尚、第2実施形態と同様の絶縁膜19a(図3参照)を傾斜面19に設けてもよい。
- [0047] 次に、図5は第4実施形態の発光ダイオードを示す断面図である。説明の便宜上、前述の図4に示す第3実施形態と同一の部分には同一の符号を付している。本実施形態の発光ダイオード10Dは、LEDチップ11dの第2伝導型半導体層15に開口部27が設けられる。縦穴24は透光性基板12及び第1伝導型半導体層14を貫通して開口部27上に設けられる。その他の部分は第3実施形態の発光ダイオード10Cと同様である。
- [0048] 開口部27は第2伝導型半導体層15を形成した後にエッチング加工等により形成される。縦穴24はレーザ照射等により形成され、透光性基板12及び第1伝導型半導体層14を貫通して開口部27に到達する。縦穴24には内壁に沿って導電性材料21がスパッタ等により形成されている。これにより、導電性材料21は第1導電型半導体層1に導通する。
- [0049] また、開口部27内には縦穴24を覆う導電膜25が形成される。導電膜25により導電性材料21と第1導電型半導体層14とをより確実に導通させることができる。尚、導電

膜25の周囲は開口部27に充填される絶縁体26で覆われる。これにより、第1、第2導電型半導体層14、15の短絡を防止することができる。

- [0050] 本実施形態によると、前述の図3に示す第3実施形態と同様の効果を得ることができる。更に、第3実施形態の発光ダイオード10Cは、縦穴24を薄い第1伝導型半導体層14を貫通しないように形成する必要があるため、レーザ照射の制御が困難である。これに対して、本実施形態は予め第2伝導型半導体層15に開口部27を形成した後、第1伝導型半導体層14を貫通して縦穴24を形成すればよいので、レーザ照射を容易に制御することができる。

- [0051] 以上、本発明の具体例について述べたが、上述のような本発明の発光ダイオードは、透光性基板12の第1の面12aに発光層16を含む半導体層9を積層するとともに第1の面12aに対向する第2の面12bを発光観測面とする発光素子を、導電性接着材料21によりリードフレーム30に固定した周知の発光ダイオードに対して等しく適用可能である。

- [0052] 特に、透光性基板12上に窒化ガリウム系化合物から成る発光層16を有する青色発光ダイオードは発光効率が低いため、本発明を適用することにより発光出力を著しく向上することができる。

産業上の利用可能性

- [0053] 本発明によると、カップ型のリードフレームを有する発光ダイオードを利用して発光出力を向上することができる。特に、発光効率の低い青色発光ダイオードに好適である。

請求の範囲

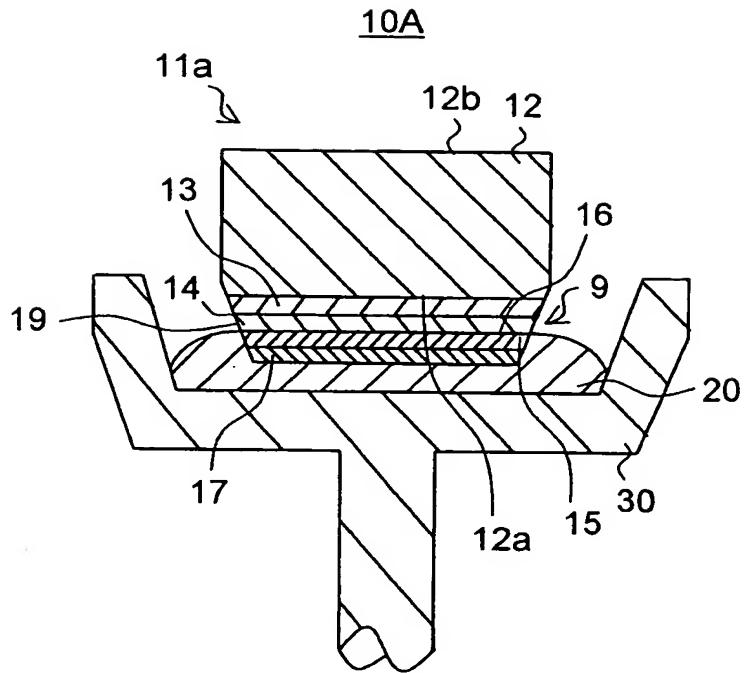
- [1] 透光性基板の第1の面に発光層を含む半導体層を積層するとともに第1の面に対向する第2の面を発光観測面とする発光素子を、導電性接着材料によりリードフレームに固定した発光ダイオードにおいて、
 前記半導体層の側面が第1の面に対して傾斜した傾斜面から成り、前記傾斜面の法線と前記発光層が成長する結晶面との成す角度を、前記発光層が発する光が前記透光性基板の方向に全反射する角度にしたことを特徴とする。
- [2] 前記半導体層は前記発光層を挟んで隣接する第1、第2の伝導型を有する化合物半導体を前記透光性基板側から順に積層した第1、第2伝導型半導体層を有し、前記透光性基板を貫通して第1伝導型半導体層に達して第2伝導型半導体層に達しない深さの縦穴と、前記縦穴に沿って形成して第1伝導型半導体層に導通する導電性材料とを設けたことを特徴とする請求項1に記載の発光ダイオード。
- [3] 前記半導体層は前記発光層を挟んで隣接する第1、第2の伝導型を有する化合物半導体を前記透光性基板側から順に積層した第1、第2伝導型半導体層を有し、第2伝導型半導体層に形成した開口部に充填される絶縁体と、前記透光性基板及び第1伝導型半導体層を貫通して前記開口部上に設けられる縦穴と、前記縦穴の内壁面に沿って形成して第1伝導型半導体層に導通する導電性材料とを設けたことを特徴とする請求項1に記載の発光ダイオード。
- [4] 前記透光性基板の第2の面に設けたパッド電極により前記縦穴を塞いだことを特徴とする請求項2または請求項3に記載の発光ダイオード。
- [5] 前記縦穴を深さ方向に向かって先細りにしたことを特徴とする請求項2～請求項4のいずれかに記載の発光ダイオード。
- [6] 前記導電性材料が透光性を有することを特徴とする請求項2～請求項5のいずれかに記載の発光ダイオード。
- [7] 前記角度を40°～50°にしたことを特徴とする請求項1～請求項6のいずれかに記載の発光ダイオード。
- [8] 前記傾斜面に絶縁膜を被覆したことを特徴とする請求項1～請求項7のいずれかに記載の発光ダイオード。

- [9] 前記半導体層が窒化ガリウム系化合物から成ることを特徴とする請求項1～請求項8のいずれかに記載の発光ダイオード。

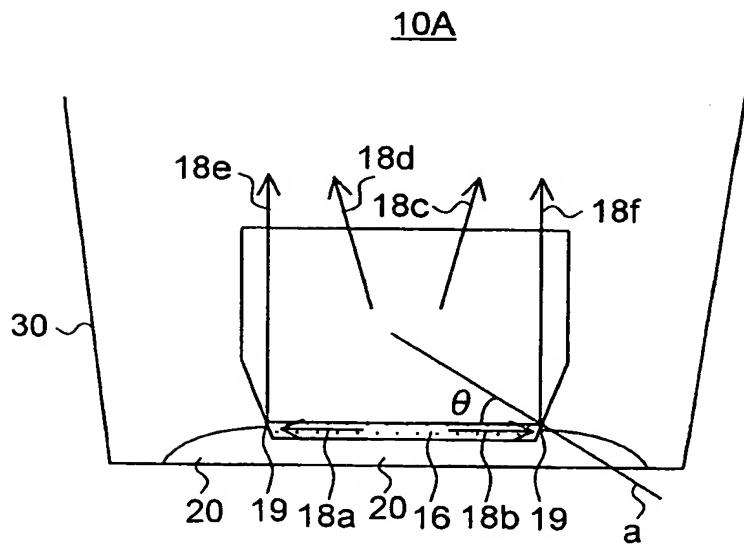
要 約 書

透光性基板12の第1の面12aに発光層16を含む半導体層9を積層とともに第1の面12aに対向する第2の面12bを発光観測面とする発光素子11aを、導電性接着材料20によりリードフレーム30に固定した発光ダイオード10Aにおいて、半導体層9の側面が第1の面12aに対して傾斜した傾斜面19から成り、傾斜面10の法線aと発光層16が成長する結晶面との成す角度 θ を、発光層16が発する光が透光性基板12の方向に全反射する角度にした。

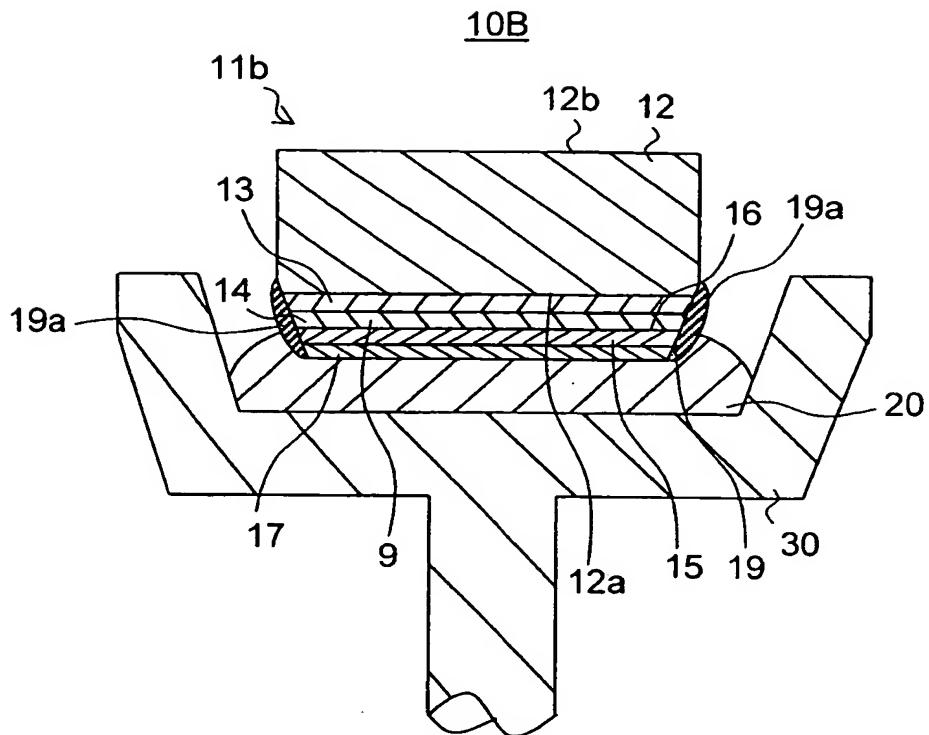
[図1]



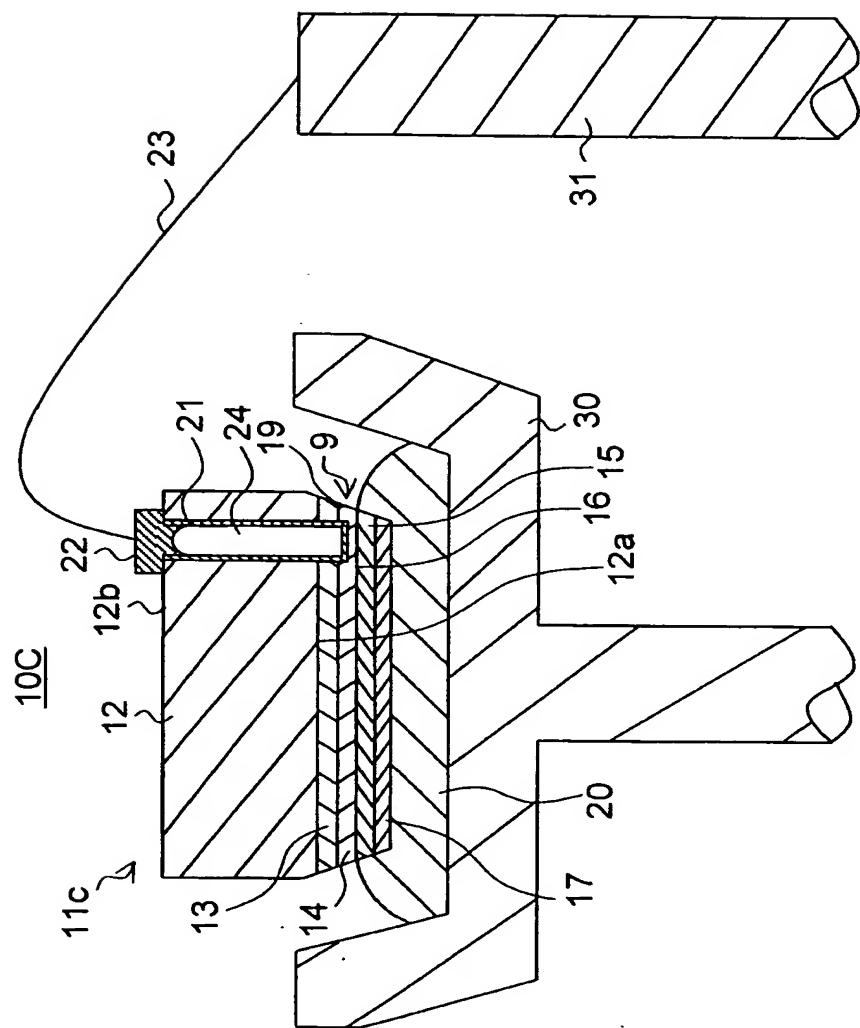
[図2]



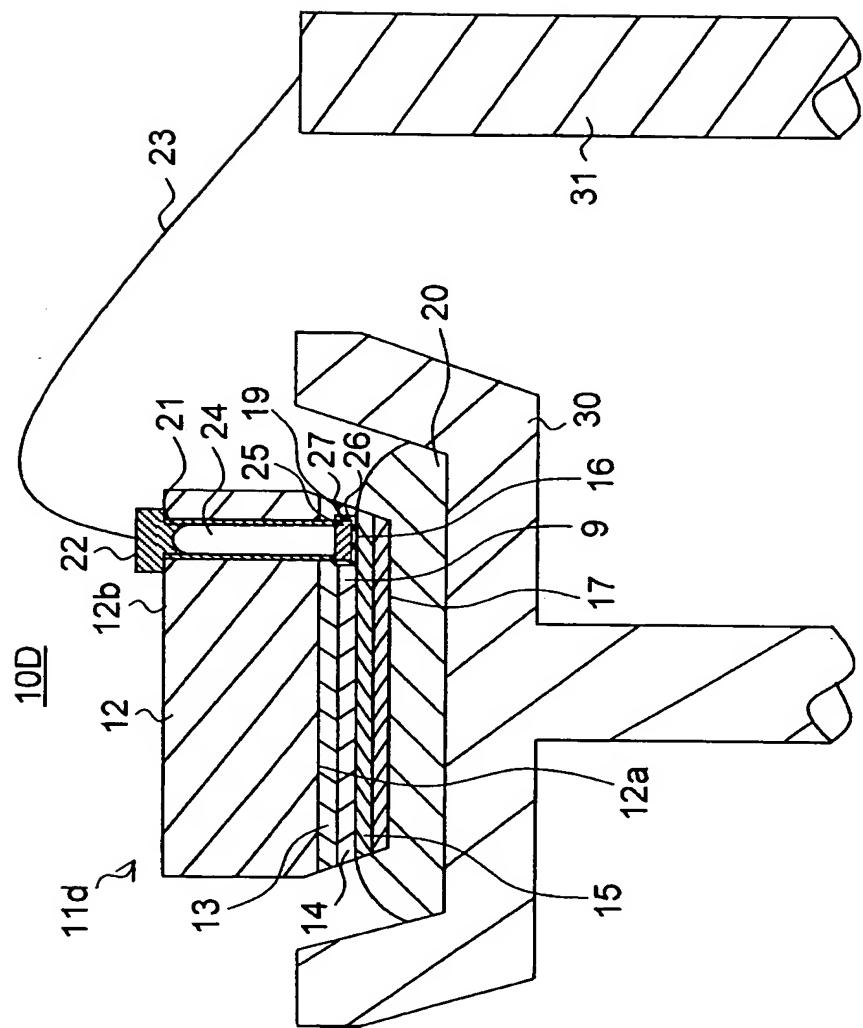
[図3]

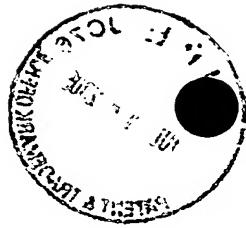


[図4]



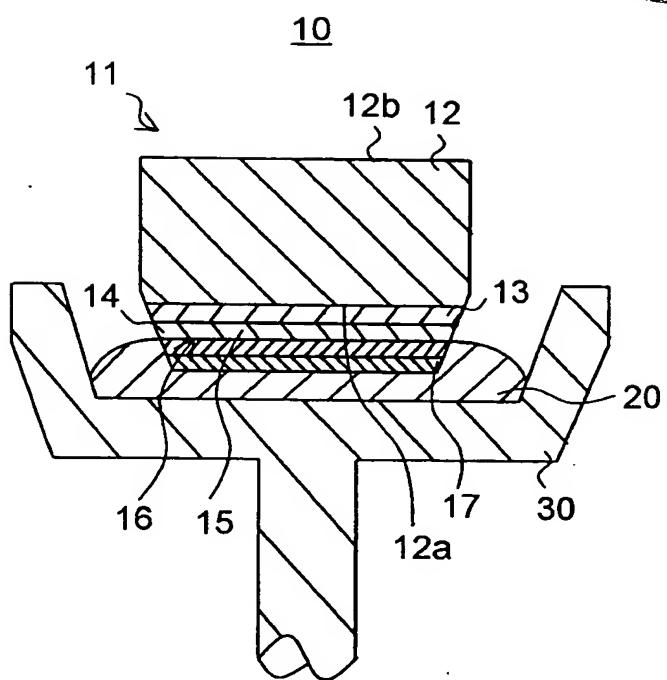
[図5]





5/5

[図6]



[図7]

